뉴로-퍼지를 통한 스마트 욕실 환경 구축 연구

김유정[1] 김현[2] 오수경[1] 윤여민[1] 최서영[1]
[1]서울과학기술대 전자it미디어공학과
[2]현대엘리베이터
kyj71819@naver.com, misba78@naver.com, ohsg97@gmail.com, younyeumin@naver.com, i2002238@gmail.com

A Study on the Neuro-fuzzy for the setup of convenient bathroom environment.

YuJeong Kim[1] Hyun Kim[2] Yeumin Youn[1] SooKyeong Oh[1] SeoYoung Choi[1]
[1] Dept of Electronic IT Media Engineering, SeoulTech
[2]Hyundai Elevator

요 약

스마트홈 구축을 위한 다양한 IoT 기술 발전과 더불어 IoT 장비들의 저전력, 고효율, 편리성에 대한 사용자 니즈에 대한 관심이 급증하고 있다. 이러한 사용자 니즈를 반영하듯이 최근 아두이노 및 라즈베리 파이등 저비용으로 IoT 장비를 구축할 수 있는 다양한 연구들이 진행되고 있다. 우리는 본 연구를 통해 뉴로-퍼지기술을 이용해 저전력, 고효율, 편리성을 겸비한 저렴한 IoT 장비 및 솔루션을 제안하고자 한다. 뉴로-퍼지를 이용하게 되면 기존의 단순한 센싱에 대한 제어와 다르게 다양한 환경변수를 분석하고 고려해 효율적인 제어가 가능할 수 있다.

본 논문에서는 욕실 환경에서의 발생할 수 있는 다양한 환경변수를 추출하고 사용자가 편리하게 사용할 수 있도록 실시간 발생하는 상황과 온도, 습도 등을 뉴로-퍼지를 통해 제어할 수 있는 알고리즘을 설계한다. 그리하여 뉴로-퍼지를 이용하여 설계된 욕실환경 제어 시스템은 사용자의 욕실 이용에 효과적인 영향을 줄 수 있을 것이다[1].

우리는 본 연구에서 저비용 고효율의 효율적 시스템을 구성할 수 있는 IoT 센서와 아두이노 및 라즈베리 파이를 활용해 다양한 IoT 장비들을 모니터링하고 분석하여 쾌적한 스마트 홈을 구축할 수 있는 방향을 제시하였다. 또한 그러한 IoT 장비들을 제어할 수 있는 IoT gateway system을 설계하고 구현하였다.

1. 서 론

날마다 빠른 발전을 하고 있는 4차 산업 혁명 기술은 산업뿐만 아니라 우리 개인의 생활도 편리하고 윤택하게 바꾸고 있다. 특히 최근 확대되고 있는 스마트 홈이 그 예라 할 수 있다. 그러나 방, 거실 및 주방 등을 스마트 환경으로 활용할 수 있는 다양한 IoT 장비들이 존재하지만 욕실에 활용할 수 있는 장비들은 전무후무하다는 것을 알게 되었다. 우리 연구팀은 인공지능의 뉴로-퍼지 기술을 이용해 스마트 화장실을 만들어 보았다. 일반적인 환풍기에 센서와 Logic을 추가하여 값을 받은 후 각종 정보를 분석하고자 하였다.

욕실에 있을 때 외부에서 갑자기 불을 끄거나 욕실 사용 후 환풍기를 작동시키지 않아 축축한 경험을 한 적이 있을 것이다. 이러한 경험들을 기반으로 우리는 IoT 기술과 욕실내 온/습도, 동작 감지를 통해 편리하고 쾌적한 욕실 환경을 구축할 수 있도록 하였다. 욕실 문을 열었을 경우 동작이 감지되어 자동으로 불이 켜진다던지, 욕실 내부에서 특정 데시벨 이상의 소리가 나면 알림을 띄워 큰 사고를 방지한다던지, 습도가 일정량 이상일 경우 팬(Fan)이 자동으로 동작할 수 있도록 하는 기능을 구현하였다[2].

그러나 이러한 IoT 장비들로 생성되는 데이터들은 개인정보와 관련된 문제를 야기시키기도 한다. 문제의 해결을 위해 정부 및 지차체에서는 해마다 많은 비용과 노력을 쏟아 붇고 있는 실정이다.

그리하여 본 논문은 IoT gateway system을 구축하고 다양한 IoT 단말장치 예를 들어 스마트 팬(Fan), LED 전등 등을 통해 최근 확장되고 있는 스마트홈을 보다 효율적이고 안전하게 구축할 수 있는 방안을 제시하기 위한 연구이다.

본 연구팀은 이번 연구에서 만든 IoT gateway system을 이용한 스마트 화장실의 가능성을 확인하기 위해 IoT 센서와 각종 입/출력을 위한 Logic을 추가하였다. 이를 통해 각종 정보가 분석되어지고 사용자에게 전달되는 것을 확인할 수 있었다. 이렇게 분석된 정보를 이용하여 사용자는 개인적으로 시스템을 조정할 수 있으며 설정해 놓은 기준에 따라 자동적으로 사용자 맞춤 환경으로 조정시킬 수 있다. 또한 프로그램을 통해 사용자는 원거리에서 화장실 사용 전/후의 상태를 통제할 수 있다.

그리고 마지막으로 해킹을 통해 외부에서 침입할 수 있는 경로를 보안솔루션을 구축할 수 있는 방법도 구현해 보고자 하였다.

2. 관련연구

2.1 뉴로-퍼지

1) 뉴로-퍼지

뉴로-퍼지(neuro-fuzzy)란 인간의 신경망시스템과 비슷한 구조로 학습 알고리즘이 설계되어져 퍼지규칙을 결정하는 시스템을 말한다[3]

인간의 신경망시스템을 모델링하여 만들어진 구조를 인공신경 네트워크(ANN)라고 하는데 여러 층으로 쌓아진 레이어를 통해 학습을 하며 학습을 통해 가중치를 얻는다. 설정된 가중치를 입력 값에 적용시켜 출력 값을 산출해낸다.

뉴로-퍼지의 퍼지는 퍼지 논리를 의미하며 변수의 진리 값이 0과 1 사이의 임의의 숫자 일 수 있는 많은 값을 갖는 논리의 한 형태이다. 퍼지 논리를 이용하면 연속변수의 다양한 하위 범위를 특성화 할 수 있다. 예를 들면 하나의 기능을 제어하는 데 필요한 값들의 범위를 정의하는 여러 함수들이 있을 수 있는데 이 값들을 0~1사이의 값으로 매핑하여 기능을 제어하는데 사용된다. 이 논리를 통해 다양한 형태의 불확실성을 해결할 수 있다[4].

본 연구팀은 이번 연구에서 이러한 논리를 이용하여 온/습도 또는 욕실에서 발생할 수 있는 소리 같이 측정 가능 값들을 저장하고 분석하여 욕실 환경을 쾌적하게 하도록 구현하였다.

2.2 IoT 장비 설계

1) 아두이노 & 라즈베리 파이

아두이노(Arduino)는 대중적으로 가장 많이 사용되고 있는 오픈 소스 하드웨어로 다양한 웨어러블 컴퓨터 프로토타입 개발 및 차세대 디지털 기기 발명에 활용되고 있다.

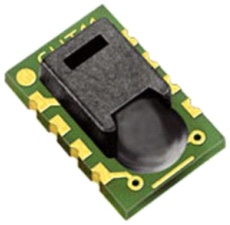
아두이노 우노(Uno)는 Atmega 328이란 AVR MCU(마이크로 컨트롤러 유닛)를 기반으로 하며 마이크로프로세서와 입출력 모듈을 하나의 칩으로 만들어 특정 기능을 수행하는 작은 컴퓨터를 말한다.

아두이노는 이러한 마이크로컨트롤러 보드와 관련된 개발 도구 및 환경을 모두 포함해 다양한 스위치나 센서로부터 입력 값을 받아들여 LED나 모터와 같은 전자 장치들로 출력을 제어함으로써 환경과 상호작용이 가능한 물건을 만들어 낼 수 있다. 라즈베리파이는 SDRAM을 포함하여 아두이노와 달리 그래픽 기능이 포함되어 키보드, 마우스, 모니터만 연결하면 PC가 될 수 있다. 즉 일반 데스크톱과 유사하다는 것이 강조되는 제품이다. Linux OS를 기반으로 하고 세부적인 설정을 제공함으로써 초보 프로그래머에 맞춤형 환경을 제공한다. SD 메모리를 보조 메모리로 사용하며 통신 기능은 모델B/B+만 Ethernet을 가지고 있고 USB를 통한 확장 WiFi 모듈 등을 통해 무선통신을 이용할 수 있다.

우리 연구팀은 본 논문에서 아두이노와 라즈베리파이 시리얼 통신을 이용하여 욕실에서 자주 사용하는 기능들을 센서를 통해 스스로 감지하고 조절할 수 있게끔 욕실전용 스마트 홈 허브를 구현하였다.

2) 온/습도 센서

온도와 습도를 감지하는 센서로 DTH11을 사용한다. 측정범위로는 온도는 0 °C - 50 °C 측정가능하며 ± 2 °C의 오차를 갖고 습도는 20% - 90% 측정가능하고 ± 5%의 오차를 가진다.



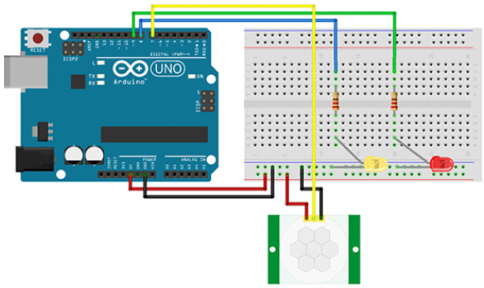
<그림 1. SHT 10(온습도 센서 I2C통신방식)>

본 논문에서는 온/습도 센서를 이용해 온도 이상이 감지되면 경고 알림을 전송하고 특정 습도치보다 높아지면 환풍기가 작동되도록 구현하였다.

3) 동작 감지 센서

적외선 기술을 이용한 움직임 감지 센서로 적외선 PIR 인체감지센서를 사용한다. 센서에는 한 개의 디지털 출력 라인이 있으며 감지 각도 내에 빛의 변화가 있을 시 HIGH 신호를 출력하고 그렇지 않으면 LOW 신호를 출력한다.

본 논문에서는 스위치에 의해 조명이 켜져있더라도 움직임이 감지되지 않으면 조명이 꺼지도록, 스위치에 의해 조명이 꺼져있더라도 움직임이 감지되면 조명이 켜지도록 동작감지에 따른 LED 제어를 구현하였다.

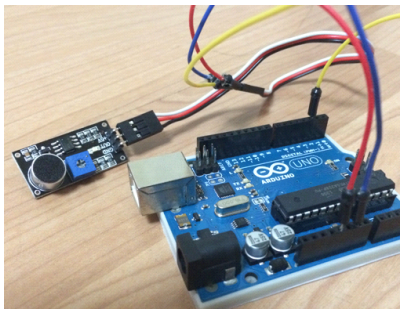


<그림 2. PIR Sensor(동작감지)>

4) 사운드 센서

소리를 감지하는 센서로 아날로그 값과 디지털 값 모두 소리를 감지할 수 있다. 아날로그 값의 경우 소리의 미세한 값을 숫자로 나타낼 수 있고 디지털 값의 경우 소리의 여부를 HIGH, LOW로 나타낼 수 있다.

본 논문에서는 특정 dB 이상의 소리가 감지되면 경고 알림을 전송하도록 구현하였다.

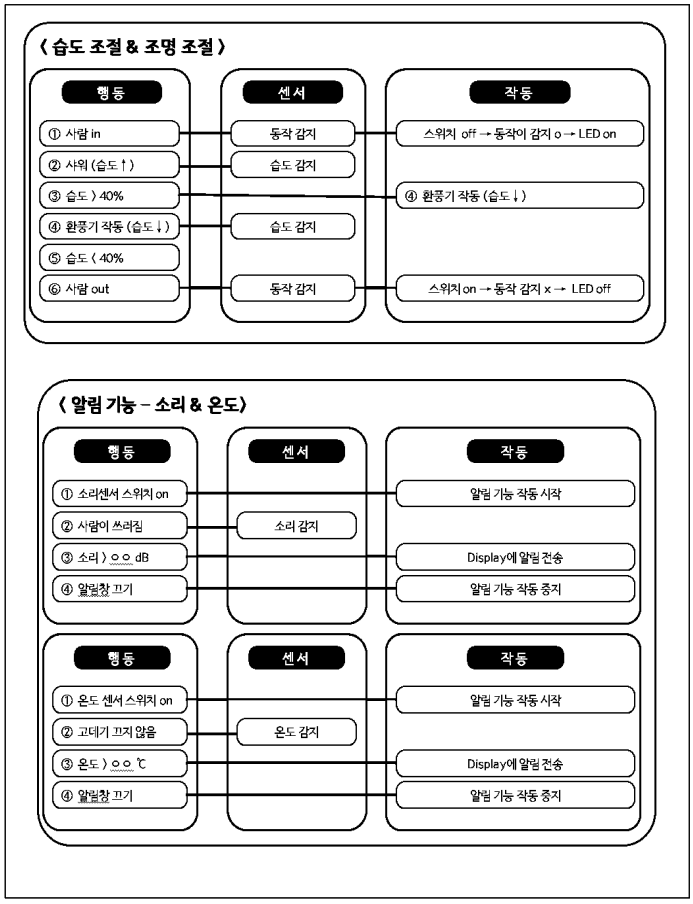


<그림 3. 사운드 센서>

3. 본론

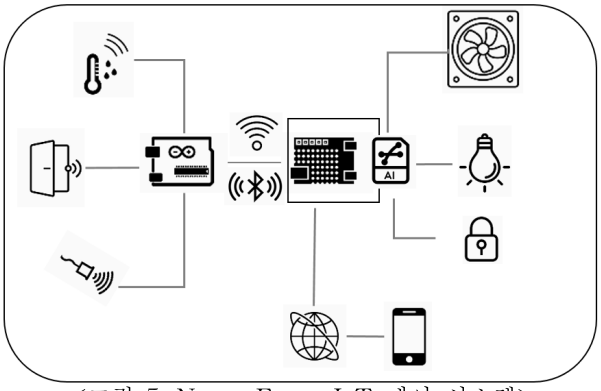
3.1 알고리즘 설계 및 구현

우선 본 논문에서는 뉴로-퍼지를 기반으로 효율적으로 다양한 IoT 장비를 효율적으로 통합 제어 할 수 있는 알고리즘을 설계 하였다. 알고리즘은 다음과 같이 동작하며 결과는 <그림 4>와 같이 나타낼 수 있었다.



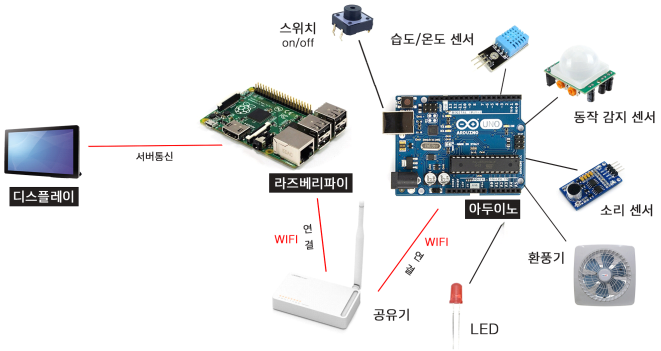
<그림 4. 알고리즘 구성도>

여기서 뉴로-퍼지는 욕실내 발생할 수 있는 다양한 상황에 대해 판별하고 출력을 최종 결정하는 로직으로 활용하였다. 본 논문에서는 온습도 센서로 입력되는 값들을 판단해 환풍기를 동작시키고 최적의 온습도를 유지할 수 있도록 하였다. 예를 들어 겨울과 여름의 장마철 등에 맞는 최적의 온습도를 유지할 수 있도록 환풍기 제어가 가능하도록 하였다.



<그림 5. Neuro-Fuzzy IoT 제어 시스템>

두 번째로 각종 IoT 단말기들을 모니터링하고 통합 제어할 수 있는 gateway system 을 구축하였다.



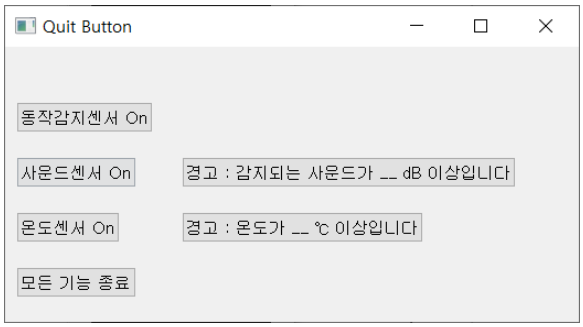
<그림 6. gateway system>

라즈베리파이를 통해 다수의 아두이노 장치(IoT 단말기)를 실시간 통합 관제할 수 있도록 하여 사용자가 편리하고 욕실내 상황을 제어하고 모니터링 할 수 있도록 하였다.

3.2 데이터 축적과 분석

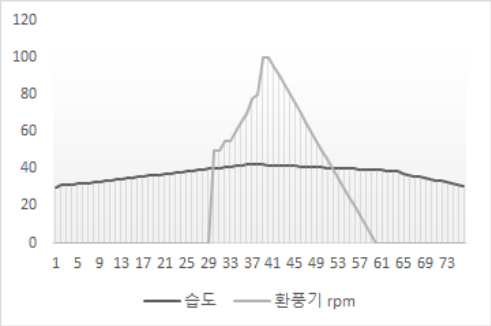
센서를 통해 입력된 센싱 데이터는 아두이노 모듈을 통해 사전 정의한 data 형태로 가공한다. 이렇게 가공된 data는 블루투스를 통해 연결된 서버(라즈베리 파이)에 전송된다.

서버는 실시간 입력된 data를 연산하고 인터넷을 통해 사용자 프로그램으로 그 결과(모니터링 상황 등) 및 통합제어가 가능할 수 있게 되었다.



<그림 7. 실시간 모니터링 >

<그림 8>은 뉴로-퍼지를 이용해 욕실 내 환풍기가 지능형 제어가 될 수 있도록 한 결과 값이다. 이 때, 욕실 내 적정습도가 30%~39%를 유지 할 수 있도록 설정했다.



<그림 8. 뉴로-퍼지 적용 환풍기 동작 결과 >

4.결론

본 연구는 뉴로-퍼지를 기반으로 효율적으로 다양한 IoT 장비를 효율적으로 통합 제어 관리하고 실시간으로 모니터링 하여 안전한 스마트홈을 구축할 수 있는 유의미한 결과를 얻고자 하였다.

정확한 Logic의 동작 유무를 확인하고 제한적인 센싱 기능들을 통해 데이터 통신이 최소화 될 수 있도록 실제 화장실과 비슷한 환경의 아크릴 박스로 제약적인 실험 환경을 구성하였다. 프로토 타입으로 제작된 시스템으로 제한된 환경에서 사용하였기에 센서의 값들이 선형적인 값들로 도출되었다. 실험은 그림 8과 같은 결과를 얻었고 그래프를 통해 설정된 온도/습도 이상일 경우 그 값이 조정되는 것을 알 수 있었다.

그러나, 앞서 언급한 것처럼 본 실험은 제한된 환경에서 만들어진 결과들이기에 실제 화장실이라는 환경에서 사용하기 위해서는 다양한 환경변수들을 반영한 방안이 필요하리라 생각한다.

향후 본 연구를 연계하여 개인정보를 보다 안전하게 지킬 수 있는 독립적 스마트홈 솔루션을 개발하고 보다 다양한 IoT 센서를 이용해 실시간 센싱하고 이를 분석하여 사용자의 편리한 스마트 홈 라이프를 실현시키는 연구로 확장될 것을 기대해본다.

본 논문은 과학기술정보통신부 정보통신창의인재양성사업의 지원을 통해 수행한 ICT멘토링 프로젝트 결과물입니다.

[참고문헌]

[1] 김남국, 이상재, 강희성,“자가 발전이 가능한 스마트 욕실 수온제어 시스템”, 한국조명·전기설비학회 2015 추계학술대회 논문집,2015.11. 203 - 204

[2] “실내 환경 집중 및 휴식상황에서의 뉴로-퍼지를 통한 LED 감성조명 시스템 설계”,강은영, 김효준, 박건준(원광대학교), 김용갑(원광대학교), 한국정보통신학회논문지 제19권 제3호2015.03

[3] http://fuzzy.cs.ovgu.de/nfdef.html

[4] https://en.wikipedia.org/wiki/Fuzzy_logic

본 논문은 과학기술정보통신부 정보통신창의인재양성사업의 지원을 통해 수행한 ICT멘토링 프로젝트 결과물입니다.